

УДК 697

Н.Д.АНДРИЙЧУК, канд. техн. наук, В.И.СОКОЛОВ, д-р техн. наук,  
С.В.ПОДЛЕСНАЯ

*Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля, г.Луганск*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК**

Разработана математическая модель стационарного режима работы вентиляционных систем с единым выходным каналом теплогенерирующих установок. Построен алгоритм численного расчета расхода выбросов.

Вентиляционные вытяжные системы теплогенерирующих установок (ТГУ) в большинстве случаев представляют собой совокупность отдельных магистралей, объединенных в централизованный выходной канал для выброса в атмосферу [1, 2].

Правильный прогноз объема и состава выбросов предполагает наличие методов расчета, а известные [3, 4] не всегда удобны в использовании на практике и вызывают определенные трудности. Поэтому для таких систем построена типовая математическая модель и алгоритм численной процедуры расчета газодинамических характеристик.

Котельная установка представляет собой комплекс устройств, размещенных в специальных помещениях и служащих для преобразования химической энергии топлива в тепловую энергию пара или горячей воды. Одним из составляющих комплекса являются тягодутьевые устройства, состоящие из дутьевых вентиляторов, системы газозащитных воздуховодов, дымососов и дымовой трубы, с помощью которых обеспечиваются подача необходимого количества воздуха в топку и движение продуктов сгорания по газоходам котла, а также удаление их в атмосферу. Кроме того, для обеспечения требуемых санитарных норм в помещениях котельной выполняется вытяжная вентиляция. На рис.1 показана схема котельной установки, состоящей из парового котла 4, в нижней части которого расположена топка 2. Дымовые газы из топки поступают в газоходы котла. При движении газы омывают пучки труб котла и пароперегревателя 3, проходят через экономайзер 5 и воздухоподогреватель 6, где передают свое тепло. Затем газы с помощью дымососа 8 удаляются через дымовую трубу 8 в атмосферу. Насос 1 обеспечивает водоснабжение котла. Воздух, необходимый для горения топлива, забирается, как правило, вверху помещения котельной и подается вентилятором 9 в воздухоподогреватель.

Согласно расчетной схеме, приведенной на рис.2, считаем, что в сети имеется  $I$  линейных участков с соответствующим номером

$i=1,2,...,I$ . Принимаем на каждом линейном участке по одинаковому числу  $J$  нагнетателей. При этом для конкретной системы значение  $J$  равно максимальному числу нагнетателей в одном канале из всех линейных участков. Для всех остальных каналов число нагнетателей фиктивно увеличивается до значения  $J$ . Поэтому на каждом  $i$ -м линейном участке в общем случае рассматривается  $i,j$ -й нагнетатель ( $j=1,2,...,J$ ). Характеристику каждого нагнетателя представляем в виде трехчлена

$$p_{v,ij} = a_{ij} + b_{ij}Q_i + c_{ij}Q_i^2, \quad (1)$$

где  $p_{v,ij}$  – полные давления  $i,j$ -го нагнетателя;  $Q_i$  – расход на  $i$ -м линейном участке;  $a_{ij}$ ,  $b_{ij}$ ,  $c_{ij}$  – коэффициенты аппроксимации.

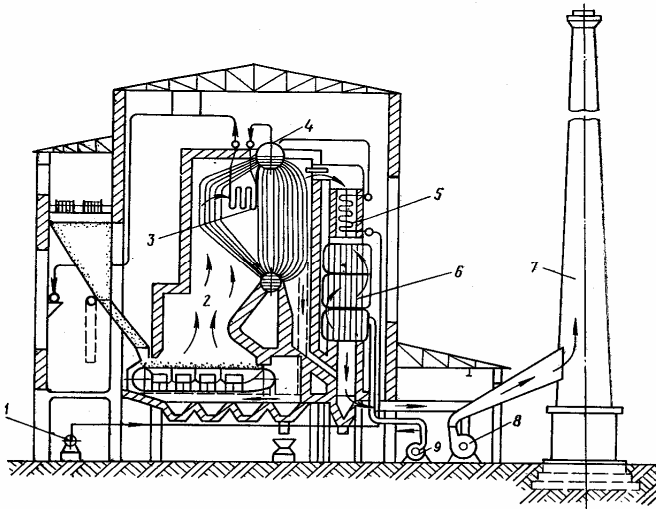


Рис.1 – Схема паровой котельной установки

Обозначим через  $R_{вх.i}$  и  $p_{ст.i}$  ( $i=1,2,...,I$ ) приведенные сопротивления на входе линейных участков и потребные статические давления, через  $R_{ij}$  ( $i=1,2,...,I$ ;  $j=1,2,...,J$ ) – сопротивления участков магистралей на выходе каждого нагнетателя, через  $p_{ст.тр}$  и  $R_{вых}$  – потребное статическое давление и сопротивление централизованной вентиляционной трубы. Отметим, что значения приведенных сопротивлений устанавливаются на основании известных зависимостей для нахождения потерь на гидравлическое трение и местных сопротивлений.

Согласно расчетной схеме и принятым обозначениям имеем:

1) общий расход на выходе

$$Q = \sum_{i=1}^I Q_i ; \quad (2)$$

2) давление на входе выходного канала

$$p = p_{см.вр.} + R_{вых.} Q^2 ; \quad (3)$$

3) уравнения Бернулли для линейных участков с учетом (1)

$$\sum_{j=1}^J (a_{ij} + b_{ij} Q_i + c_{ij} Q_i^2) = p + p_{см.и} + \left( R_{ex.i} + \sum_{j=1}^J R_{ij} \right) Q_i^2 . \quad (4)$$

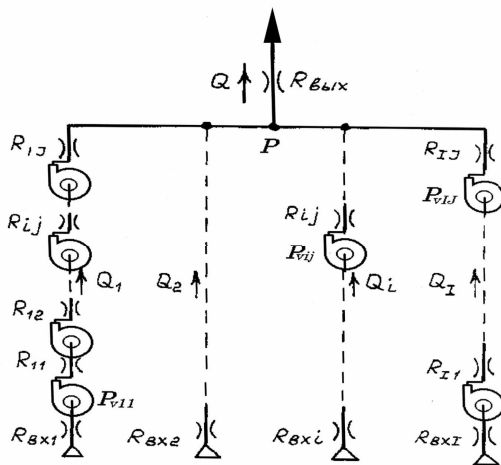


Рис.2 – Расчетная схема вытяжной системы

Таким образом, система уравнений (2) - (4) представляет собой математическую модель стационарного режима работы многолинейной вентиляционной системы с единым выходным каналом.

В результате расчета системы в общем случае необходимо установить: общий расход системы на выходе, расходы на линейных участках; полные давления источников напора, полное давление на входе выходного канала.

После преобразования уравнений (2) - (4) с учетом (1) получается нелинейное уравнение относительно  $p$ . Решая численным методом данное уравнение, можно найти давление на входе выходного канала,

затем из квадратных уравнений (4) – расходы на линейных участках, далее согласно (2) – общий расход на выходе, а по характеристикам нагнетателей (1) – их полные давления.

При заданных характеристиках нагнетателей, статических давлениях и приведенных сопротивлениях каналов численная процедура, построенная на основе абсолютно устойчивого метода половинного деления, выполняется в следующем порядке:

1. Оценка максимальных полных давлений нагнетателей и на выходе линейных участков, задание интервала неопределенности давления на входе выходного канала. Максимальный напор нагнетателя можно установить по значению расхода, определенного из уравнения

$$\frac{\partial p_{v,ij}}{\partial Q_i} = b_{ij} + 2c_{ij}Q_i^* = 0, \text{ откуда } Q_i^* = -\frac{b_{ij}}{2c_{ij}}.$$

Подставляя полученное значение в (1), имеем максимальное полное давление источника напора

$$p_{v,ij \max} = a_{ij} - \frac{b_{ij}^2}{4c_{ij}}.$$

Максимальное полное давление на выходе линейного участка

$$p_{i \max} = \sum_{j=1}^J p_{v,ij \max} - p_{cm,i}.$$

Интервал неопределенности давления на входе выходного канала

$$\Delta = \max(p_{i \max}).$$

2. Задание максимальной погрешности расчета по давлению, например  $\varepsilon = 0,005\Delta$ .

3. Задание начального напора на входе выходного канала и номера шага

$$p^0 = \Delta / 2 ; k = 1.$$

4. Определение расходов на линейных участках путем решения квадратных уравнений (4), где вместо  $p$  подставляется  $p^0$ . При этом в случае получения отрицательного значения расхода полагается равным нулю во избежание обратного потока на участке.

5. Определение суммарного расхода согласно (2) и пересчет по (3) давления  $p$ .

6. Проверка условия  $|p - p^0| \leq \varepsilon$ .

7. При положительном результате проверки данного условия рас-

чет прекращается, в качестве окончательных значений расходов принимаются текущие значения. В противном случае, номер шага увеличивается на единицу  $k = k + 1$  и задается новое значение давления на входе выходного канала:

$$p^0 = p^0 + \frac{\Delta}{2^k} \operatorname{sign}(p - p^0).$$

Далее численная процедура повторяется, начиная с п.4.

Таким образом, разработана математическая модель стационарного режима работы многолинейной вентиляционной системы ТГУ с централизованным выходным каналом, построен алгоритм численного расчета общего расхода и расходов на линейных участках системы. Математическая модель охватывает основные закономерности стационарного течения газовых потоков в каналах вентиляционных систем, а алгоритм расчета является достаточно простым в программной реализации. Это позволяет рекомендовать изложенный материал для практических расчетов.

1.Андрійчук Н.Д. Эффективность централизованного теплоснабжения малой мощности. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2002. – 24 с.

2.Андрійчук Н.Д. Повышение технологической эффективности элементов систем теплоснабжения. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2002. – 104 с.

3.Коваленко А.А., Соколов В.И., Дымнич А.Х., Уваров П.Е. Основы технической механики жидкостей и газов. – Луганск:: Изд-во ВУГУ, 1998. – 278 с.

4.Андрійчук Н.Д., Савельев А.В. Моделирование вентиляционных систем тепло-генерирующих установок объектов жилищно-коммунального хозяйства // Зб. наук. праць Східноукр. нац. ун-та ім. В.Даля (Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції „Університет і регіон” 25-26 грудня 2002 року): Науковці – підприємствам і установам регіону. Ч.2. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2002. – С. 291.

*Получено 13.10.2003*

УДК 681.5 : 62-50

А.А.БОБУХ, Н.А.ШУЛЬГА, кандидаты техн. наук, А.А.КЛИМОВ

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ (на примере г.Харькова)**

Рассматриваются техническое состояние и некоторые характеристики существующих систем автоматизации и диспетчеризации централизованного теплоснабжения г. Харькова, предложены пути повышения эффективности их работы при реконструкции.

Повышение эффективности работы системы централизованного теплоснабжения крупного города (каким является Харьков, который